

5. Краснова, С.А. Каскадный синтез наблюдателей состояния динамических систем. / С.А. Краснова, В.А. Уткин. – М.: Наука, 2006. – 272 с.
6. Фильтрация и стохастическое управление в динамических системах. / Под ред. К.Т. Леондеса. – М.: Мир, 1980. – 420с.
7. Ромен, Ю.С. Анализ случайных процессов геометрических неровностей рельсовых нитей./Ю.С. Ромен, А.Н. Савоськин, А.А. Акишин // Изв. ПГУПС. 2014. №1. С. 22-32.

МОДУЛЬ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО КОМПЛЕКСА: «МЕТАЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ. ЭВОЛЮЦИОННЫЕ МЕТОДЫ». ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ

Лантев В.В.

(г. Томск, Томский политехнический университет)

e-mail: lptwlad1@gmail.com

TRAINING AND RESEARCH COMPLEX MODULE: "METAHEURISTIC OPTIMIZATION METHODS. EVOLUTIONARY METHODS". GENETIC ALGORITHM

Laptev V.V.

(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)

e-mail: lptwlad1@gmail.com

Abstract. This article talks about the genetic algorithm. The software module demonstrates the operation of this optimization method in solving the problem of finding the minimum. Allows a comparative analysis by changing the input data.

Key words: metaheuristics, evolutionary methods, genetic algorithm, software module, optimization methods.

Метаэвристические методы оптимизации. В настоящее время теория оптимизации, успешному применению которой способствует бурный прогресс в развитии средств вычислительной техники, вносит заметный вклад в ускорение научно-технического прогресса. Трудно назвать такую отрасль инженерной деятельности, где бы не возникли задачи оптимизационного характера. Это, например, задачи определения наиболее эффективного режима работы различных технических систем, задачи организации производства, дающего возможную наибольшую прибыль при заданных ограниченных ресурсах, транспортные задачи и многие другие [1].

В наиболее общем смысле теория оптимизации представляет собой совокупность фундаментальных математических результатов и численных методов, ориентированных на нахождение и идентификацию наилучших вариантов из множества альтернатив и позволяющих избежать полного перебора и оценивания возможных вариантов.

Особенная необходимость в методах оптимизации возникает из-за сложности математического моделирования процессов, протекающих в той или иной сфере. Не существует одного универсального метода для эффективного решения всех задач оптимизации, поэтому важно уметь применять тот или иной метод в зависимости от ситуации или уметь комбинировать различные алгоритмы оптимизации для достижения поставленной цели. Использование в образовательном процессе учебного комплекса поможет организовать работу студентов и познакомить их с методами оптимизации.

Метаэвристика - это высокоуровневая проблемно-независимая алгоритмическая структура, которая предоставляет набор рекомендаций или стратегий для разработки алгоритмов эвристической оптимизации.

Эвристические методы основаны на подсознательном мышлении и характеризуются неосознанным(интуитивным) способом действий для достижения осознанных целей. Эвристические методы еще называют методами инженерного(изобретательного) творчества.

Эвристический алгоритм — это алгоритм решения задачи, правильность которого для всех возможных случаев не доказана, но про который известно, что он даёт достаточно хорошее решение в большинстве случаев. В действительности может быть даже известно (то есть доказано) то, что эвристический алгоритм формально неверен. Его всё равно можно применять, если при этом он даёт неверный результат только в отдельных, достаточно редких и хорошо выделяемых случаях или же даёт неточный, но всё же приемлемый результат [2].

Проще говоря, эвристика — это не полностью математически обоснованный (или даже «не совсем корректный»), но при этом практически полезный алгоритм.

Эволюционные методы. Эволюционные методы поиска (Evolutionary Methods) имитируют процесс эволюции – природного развития популяции особей. В основе эволюционных методов лежат принципы, заимствованные из биологии и генетики. Основная идея эволюционных методов состоит в создании популяции особей (индивидов). В задаче оптимизации каждая особь соответствует одному из возможных решений. Для поиска наилучшего решения используется значение целевой функции или связанной с ней функции приспособленности. Значение функции приспособленности показывает, насколько хорошо подходит особь в качестве решения задачи. Для обеспечения процесса эволюционного поиска к текущей популяции применяются основные генетические операции: селекция, скрещивание, кроссинговер, мутация, клонирование, в результате которых генерируется новая популяция при помощи добавления новых особей с лучшими значениями функции приспособленности и удаления старых.

К данной группе методов относятся:

- генетические алгоритмы;
- эволюционная стратегия преобразования ковариационной матрицы;
- метод динамических сеток;
- методы дифференциальной эволюции;
- метод, имитирующий распространение сорняков;

метод, имитирующий поведение кукушек.

Генетический алгоритм. Генетические алгоритмы (ГА) – это алгоритмы поиска, основанные на принципе эволюции, которые предложены в 1975 году Джоном Холландом. Как правило, ГА состоят из четырех основных операторов: селекции, кроссинговера (скрещивания, репродукции), мутации, создания нового поколения. Цикл кроссинговера, скрещивания и мутации с последующей оценкой приспособленности называется поколением [3].

Поэтапно алгоритм процесса формирования нового поколения можно представить так:

Шаг 1. Создать начальную популяцию из N хромосом.

Шаг 2. Оценить степень приспособленности каждой особи.

Шаг 3. Выбрать N родителей из популяции при помощи метода селекции (вероятность выбора родителя должна зависеть от степени его приспособленности).

Шаг 4. Выбрать из родительского пула пару родителей для репродукции. При помощи оператора кроссинговера получить потомка.

Шаг 5. Подвергнуть потомков оператору мутации.

Шаг 6. Сформировать новое поколение особей.

Шаг 7. Оценить степень приспособленности каждой особи в новой популяции.

Шаг 8. Перейти к шагу 3, если количество поколений не превышает допустимого.

Типовой алгоритм представлен на рисунке 1. Все эти операторы могут изменяться от задачи к задаче, поэтому существует множество модификаций ГА, применимых к разным

условиям. Перед началом работы алгоритма определяются вероятность кроссинговера и мутации. Вероятность кроссинговера рекомендуется выбирать равной 80-90%, а вероятность мутации – 1-3%. Эти числа могут варьироваться в зависимости от решаемой задачи.

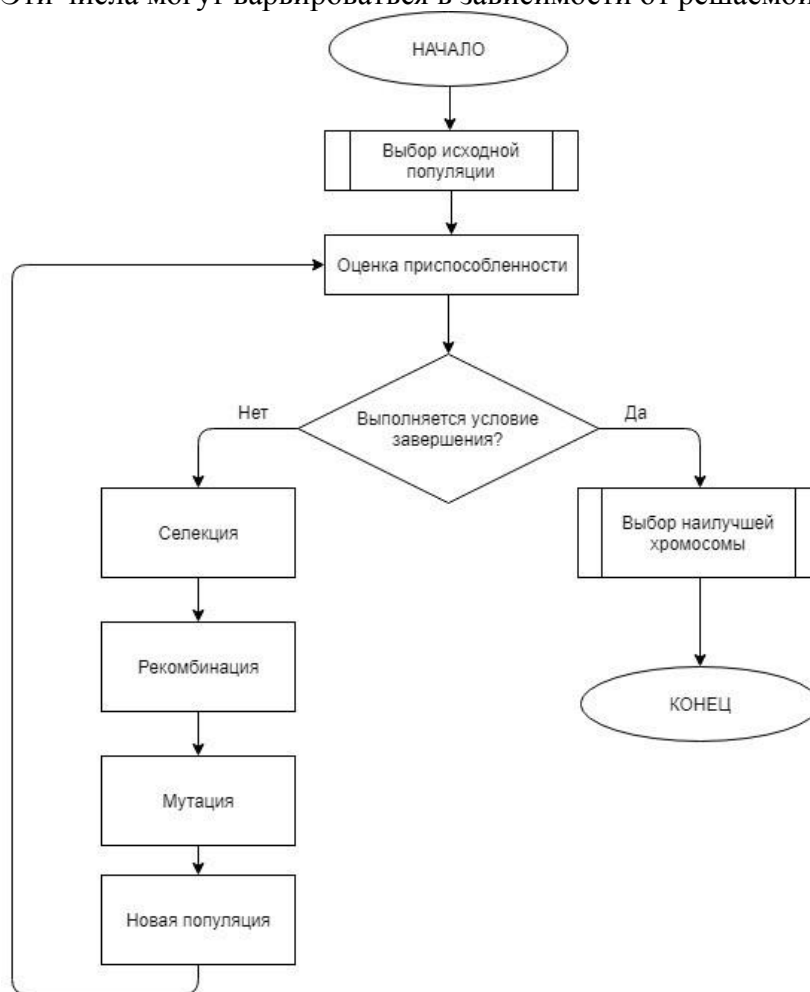


Рисунок 1 – Блок-схема классического генетического алгоритма

Основные отличия ГА от других методов оптимизации:

- алгоритм начинается с некоторого набора начальных приближений, называемых начальной популяцией. Из-за этого у ГА меньше шансов остаться в ловушке локального экстремума;
- для ГА используется только целевая функция без преобразований;
- применяются вероятностные методы.

Из-за того, что ГА основаны на принципе «выживает сильнейший», естественнее всего максимизировать целевую функцию, называемую функцией приспособленности. Поэтому ГА подходят для решения задач безусловной максимизации. Функция приспособленности, $F(x)$, может совпадать с целевой функцией $f(x)$ безусловной задачи максимизации $F(x) = f(x)$. Задача минимизации может быть легко трансформирована в задачу максимизации, обычно выбирается положительная функция приспособленности. Часто для перехода от задачи минимизации к задаче максимизации используется формула:

$$F(x) = \frac{1}{1+f(x)} \quad (1)$$

Благодаря своей адаптивной природе и возможности определять операторы в зависимости от области применения, ГА используются для решения разнообразных задач:

- поиска глобального экстремума многомерной функции;
- аппроксимации функций;

- создания искусственного интеллекта;
- поиска кратчайшего пути;
- составления расписаний.

Программный модуль. Программный модуль позволяет наглядно увидеть работу генетического алгоритма при поиске глобального минимума целевой функции. При этом пользователь может изменять входные значения:

- целевая функция;
- размерность задачи;
- количество частиц;
- коэффициент мутации;
- приближение (точность нахождения решения).

Исследование. В ходе тестирования работы алгоритма был проведен анализ и построена закономерность. На рисунке 2 представлен график зависимости времени работы алгоритма от количества частиц. Целевая функция для тестирования – функция Швепеля.

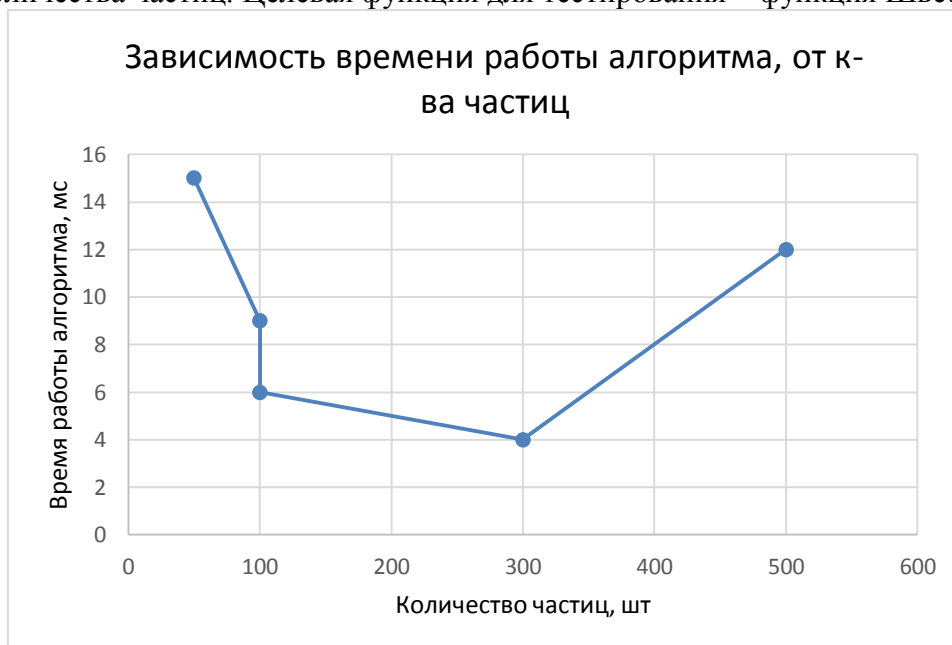


Рисунок 2 - График зависимости времени работы алгоритма от к-ва частиц

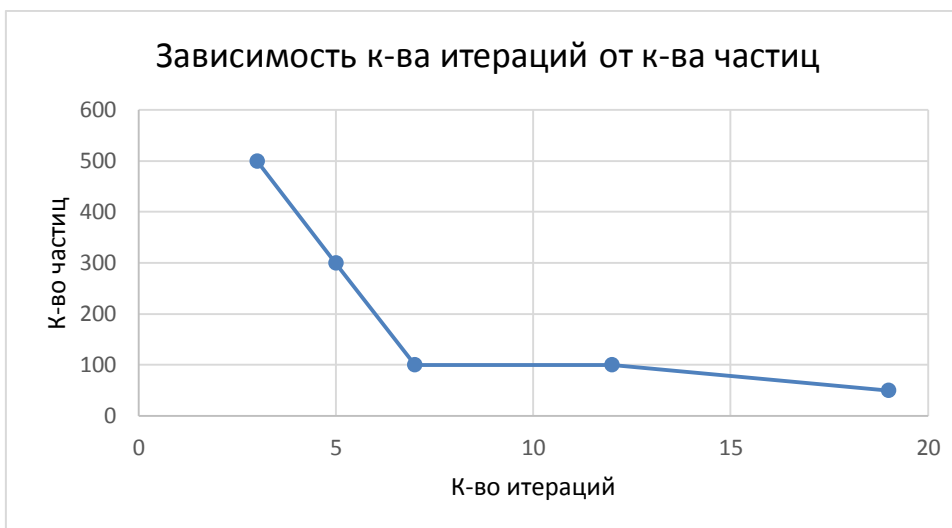


Рисунок 3 - График зависимости к-ва итераций необходимых для решения задачи для заданного к-ва частиц

По данным, полученным в результате исследования можно сделать вывод: с увеличением числа частиц уменьшается число итераций, необходимых для решения поставленной задачи. Время работы алгоритма уменьшается до определенного момента, затем начинает вновь увеличиваться (при к-ве частиц более 500).

ЛИТЕРАТУРА

1. А.А. Мицель и А.А. Шелестов. Учебное пособие «Методы оптимизации» - Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2004. -256 с.
2. Эвристические методы [электронный ресурс] studfiles.net (дата обращения 15.05.2019).
3. Панченко Т.В. Генетические алгоритмы: учебно-методическое пособие / под ред. Ю. Ю. Тарасевича. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. – 87 с.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЕМ ОБЪЕКТА В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

П.В. Поваляев, А.С. Фадеев
(г. Томск, Томский политехнический университет)
e-mail: 89530680884pasha@gmail.com

OBJECT POSITION MANAGEMENT SYSTEM IN THREE-DIMENSIONAL SPACE

P.V. Povalyaev, A.S. Fadeev
(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)

Abstract. The aim of the work is the development of an object control system in three-dimensional space indoors. The system can be used to move goods of various weights around the workshop, warehouse, or to move between production facilities with increased risk. Also, this system can be used in television to move television cameras in a given area. Existing analogues do not have the necessary functionality, have a fairly high price and installation difficulties. Motion control of an object in space should be carried out by winding or unwinding cables on four coils equipped with stepper motors, the system is controlled using a special remote control.

Keywords: stepper motor; moving object; stepper motor control drivers; arduino; radio channel.

Введение. В отраслях промышленности, где требуется выполнение таких технологических операций, как подъём, перемещение и укладка объекта в заданное место, используются грузоподъемные машины и механизмы, такие как краны, манипуляторы, домкраты, подъемники [1]. Такие работы производятся как в помещениях, так и на открытых площадках. Одна из таких систем нашла свое применение в современном телевидении.

Одной из особенностей в современном телевидении является использование системы для съемки — «камера-паук». «Камера-паук» — это система, которая позволяет телевизионной камере, подвешенной к системе тросов, перемещаться как по вертикали, так и по горизонтали в пределах заданной рабочей области, при этом положение гиросtabilизированного камеро-носителя определяется натяжением этих тросов. Централизованное управление тросовыми лебедками осуществляется с помощью центрального вычислительного устройства на основе команд оператора.

Наибольшее применение системы «Камера-паук» получили в задачах организации видеотрансляций со спортивных мероприятий, проводимых на стадионах [2]. Главный недостаток таких систем — это большие габариты, не позволяющие производить съемку в помещении.

Современная съемка в помещении производится носимыми видеокамерами. В виду ограничений, связанных с планировкой и доступом в определенные зоны помещения, а так-